

PAT-NO: JP02000069731A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2000069731 A  
TITLE: CLAW-POLE GENERATOR AND BICYCLE  
PUBN-DATE: March 3, 2000

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
ENDO, TAKAHIRO	N/A
NAGASAKA, NAGAHIKO	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SHIMANO INC	N/A

APPL-NO: JP10235058

APPL-DATE: August 21, 1998

INT-CL (IPC): H02K021/22

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress an eddy current generated in a claw-pole generator when power is generated and improve the generation efficiency.

SOLUTION: A hub dynamo has an outer rotor assembly, stator yokes 31 and 32, a cylindrical core yoke by which both the stator yokes 31 and 32 are coupled magnetically with each other and coils. The outer rotor assembly has permanent magnets. The stator yoke 31/32 has a disc part 31a/32a in which a plurality of slits 31d/32d and 31e/32e which are extended radially from a circular hole

31c/32c are formed and a plurality of claws 31b/32b. The claws 31b/32b are extended from the disc part 31a/32a in an axial direction and face the permanent magnets. The two stator yokes 31 and 32 are so arranged that the respective claws 31b and 32b are adjacent to each other.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-69731

(P2000-69731A)

(43) 公開日 平成12年3月3日 (2000.3.3)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H02K 21/22

識別記号

F I

H02K 21/22

テーマコード(参考)

G 5H621

審査請求 有 請求項の数21 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願平10-235058

(22) 出願日 平成10年8月21日 (1998.8.21)

(71) 出願人 000002439

株式会社シマノ

大阪府堺市老松町3丁77番地

(72) 発明者 遠藤 貴広

大阪府堺市深井清水町2090-4 シマノアメ

ニティー I 309号

(72) 発明者 長坂 長彦

福岡県中間市太賀1丁目19-5

(74) 代理人 100094145

弁理士 小野 由己男 (外1名)

Fターム(参考) 5H621 B807 GA01 GA07 GA12 GA16

GB10 GB14 HH01 JK04 JK07

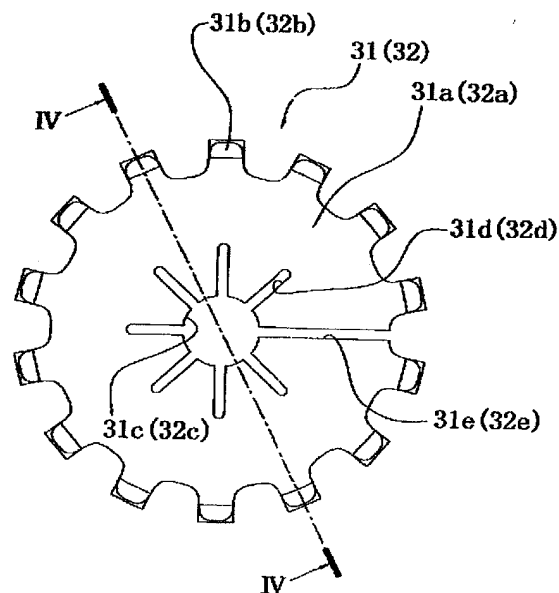
JK08 JK13

(54) 【発明の名称】 クローボール形発電機及び自転車

(57) 【要約】

【課題】 クローボール形発電機において、発電時に発生する渦電流を抑え、発電効率を向上させる。

【解決手段】 ハブダイナモは、外側回転子組立体と、ステータヨーク31、32と、両ステータヨーク31、32を磁気的に結合する筒状コアヨークと、コイルとを備える。外側回転子組立体は、永久磁石を有する。ステータヨーク31/32は、円孔31c/32cから径方向外方に延びる複数のスリット31d/32d、31e/32eが形成される円盤部31a/32aと、複数のクロー31b/32bとを有する。クロー31b/32bは、円盤部31a/32aから軸方向に延び、永久磁石と対向する。また、2つのステータヨーク31、32は、互いのクロー31b、32bが隣接するように配置される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】永久磁石を有する筒体と、  
円盤部と前記円盤部から軸方向に延び前記永久磁石と対向する複数の磁極片とを有し、前記筒体と同軸に互いの前記磁極片が隣接するように配置される2つのステータヨークと、

前記両ステータヨークを磁気的に結合して軸方向に磁束を通すコアヨークと、

前記コアヨークの周囲に配置されるリング状のコイルと、を備え、

前記ステータヨークの円盤部には、内周部分から径方向外方に延びる複数のスリットが形成されている、クローボール形発電機。

【請求項2】前記筒体は、内側に前記永久磁石を有する外側回転子であり、

前記ステータヨークと前記コアヨークと前記コイルとは、内側固定子を構成し、前記筒体と同軸に前記筒体の内部に配置され、

前記磁極片は、前記円盤部の外周端から軸方向に延び、前記コアヨークは、前記両ステータヨークの円盤部の内周部分を磁気的に結合する、請求項1に記載のクローボール形発電機。

【請求項3】前記内側固定子が車輪のハブ軸に固定され、

前記外側回転子が車輪の回転部分に連結される、請求項2に記載の自転車用のクローボール形発電機。

【請求項4】前記ステータヨークの円盤部に形成される複数のスリットのうち少なくとも1つは、前記円盤部の外周端に達する、請求項1から3のいずれかに記載のクローボール形発電機。

【請求項5】前記ステータヨークは、純鉄系電磁鋼板で製作される、請求項1から4のいずれかに記載のクローボール形発電機。

【請求項6】永久磁石を有する筒体と、

円盤部と前記円盤部から軸方向に延び前記永久磁石と対向する複数の磁極片とを有し、前記筒体と同軸に互いの前記磁極片が隣接するように配置される2つのステータヨークと、

前記両ステータヨークを磁気的に結合して軸方向に磁束を通すコアヨークと、

前記コアヨークの周囲に配置されるリング状のコイルと、

前記ステータヨークと前記コアヨークとの間に配置される隔離板と、を備えたクローボール形発電機。

【請求項7】前記筒体は、内側に前記永久磁石を有する外側回転子であり、

前記ステータヨークと前記コアヨークと前記コイルと前記隔離板とは、内側固定子を構成し、前記筒体と同軸に前記筒体の内部に配置され、

前記磁極片は、前記円盤部の外周端から軸方向に延び、

前記コアヨークは、前記両ステータヨークの円盤部の内周部分を磁気的に結合する、請求項6に記載のクローボール形発電機。

【請求項8】前記内側固定子が車輪のハブ軸に固定され、

前記外側回転子が車輪の回転部分に連結される、請求項7に記載の自転車用のクローボール形発電機。

【請求項9】前記隔離板は、珪素系電磁鋼板製であり、スリットを有している、請求項6から8のいずれかに記載のクローボール形発電機。

【請求項10】前記隔離板は、円盤状であり、内周部分から外周端に達するスリットを有している、請求項9に記載のクローボール形発電機。

【請求項11】永久磁石を有する筒体と、

円盤部と前記円盤部から軸方向に延び前記永久磁石と対向する複数の磁極片とを有し、前記筒体と同軸に互いの前記磁極片が隣接するように配置される2つのステータヨークと、

前記両ステータヨークを磁気的に結合して軸方向に磁束を通すコアヨークと、

前記コアヨークの周囲に配置されるリング状のコイルと、を備え、

前記コアヨークは、円周方向に異なった位置に配置される複数の分割片から構成されている、クローボール形発電機。

【請求項12】前記筒体は、内側に前記永久磁石を有する外側回転子であり、

前記ステータヨークと前記コアヨークと前記コイルとは、内側固定子を構成し、前記筒体と同軸に前記筒体の内部に配置され、

前記磁極片は、前記円盤部の外周端から軸方向に延び、前記コアヨークは、前記両ステータヨークの円盤部の内周部分を磁気的に結合する、請求項11に記載のクローボール形発電機。

【請求項13】前記内側固定子が車輪のハブ軸に固定され、

前記外側回転子が車輪の回転部分に連結される、請求項12に記載の自転車用のクローボール形発電機。

【請求項14】前記コアヨークを構成する複数の分割片は、珪素系電磁鋼板で製作される、請求項11から13のいずれかに記載のクローボール形発電機。

【請求項15】前記コアヨークを構成する複数の分割片は、軸方向に平行に積層される板状部材である、請求項11から14のいずれかに記載のクローボール形発電機。

【請求項16】前記コアヨークは、それぞれ前記分割片が複数重ねられ一体化されている複数の分割片組立体から構成される、請求項15に記載のクローボール形発電機。

【請求項17】前記分割片には、凹部及び凸部、あるい

は前記凸部に係合する孔が形成されており、前記分割片組立体は、前記分割片の前記凸部に、あるいは前記凸部が前記孔にはめられることによって一体化されている、請求項16に記載のクローボール形発電機。

【請求項18】前記コイルが巻回されるボビンをさらに備え、前記分割片組立体は、前記ボビンの内周部に形成される切欠きに係合する、請求項16又は17に記載のクローボール形発電機。

【請求項19】前記コアヨークを構成する複数の分割片は、放射状に延びる板状部材あるいはブロック状部材である、請求項11から14のいずれかに記載のクローボール形発電機。

【請求項20】前記コアヨークを構成する複数の分割片は、軸方向に延びる棒状部材である、請求項11から14のいずれかに記載のクローボール形発電機。

【請求項21】車輪用フォークを有する本体と、前記車輪用フォークに回転可能に支持される車輪と、前記車輪用フォークと前記車輪との相対回転によって発電する請求項1から20のいずれかに記載のクローボール形発電機と、を備えた自転車。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、クローボール形発電機及び自転車、特に自転車用のクローボール形発電機及びこの発電機を備えた自転車に関する。

【0002】

【従来の技術】従来のクローボール形発電機の一例が、特開平8-192784号公報に記載されている。ここに記載されている発電機10では、2つの鉄芯部材15同士が、それぞれの外周部の磁極片15a、15bが隣接するように組み合わされている。これらの鉄芯部材15は、この公報の図2に示されているように中心部が絞り加工されており、組み合わされる両鉄芯部材15の内周端同士が接触している。これにより、リング状のコイル14の内部に位置する鉄芯部材の内周部に磁束が通り、ここに発生する交番磁束によりコイル14に電流が流れる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記のように、2つの鉄芯部材の内周部を絞って両鉄芯部材を接触させ両鉄芯部材を磁気的に連結する場合、鉄芯部材の中には軸方向の交番磁束によって大きな渦電流が発生する。このため、せっかく発電した電力の多くは鉄損として消費され、外部に取り出される電力が減少している。

【0004】この鉄損を減らすための構造として、両鉄芯部材の内周部同士を別部材で連結することが考えられる。しかしながら、このような構造としても、各鉄芯部材内及び別部材内において渦電流が発生し、発電の効率

はなお低いものとなる。特に、自転車のランプ用の電源や家庭用の風力発電機のように入力される回転が低速回転である発電機においては、発電効率が悪ければ、発電機が大型化したり発電に要する回転力が大きくなったりする不具合が出る。

【0005】本発明の課題は、クローボール形発電機において、発電時に発生する渦電流を抑え、発電効率を向上させることにある。

【0006】

10 【課題を解決するための手段】発明1に係るクローボール形発電機は、筒体と、2つのステータヨークと、コアヨークと、リング状のコイルとを備えている。筒体は、永久磁石を有している。ステータヨークは、それぞれ、円盤部と、複数の磁極片とを有している。磁極片は、円盤部から軸方向に延びており、筒体の永久磁石と対向する。また、2つのステータヨークは、筒体と同軸に、互いの磁極片が隣接するように配置される。コアヨークは、両ステータヨークを磁気的に結合しており、軸方向に磁束を通す。コイルは、コアヨークの周囲に配置される。また、ステータヨークの円盤部には、内周部分から径方向外方に延びる複数のスリットが形成されている。

【0007】本発電機では、筒体の永久磁石とステータヨークの磁極片とが対向しており、筒体とステータヨークとが相対回転することによって、両ステータヨークを結合しているコアヨークに軸方向の交番磁束が発生する。これによりコイルに電流が流れて発電される。具体的には、一方のステータヨークがN極となり他方のステータヨークがS極となる状態と、一方のステータヨークがS極となり他方のステータヨークがN極となる状態とを交互に入れ替えて交番磁束を発生させている。この発電時には、交番磁束に加えて、渦電流も発生する。

【0008】この渦電流は発電効率を低下させるものであるが、本発電機においてはステータヨークの円盤部にスリットを形成しているため、これを抑えることができる。すなわち、ステータヨークの円盤部に円周方向に沿って渦電流が発生するが、内周部分から径方向外方に延びるスリットが存在するため、円盤部内を渦電流が円周方向に沿って流れ難くなる。このため、渦電流が小さくなり発電効率が向上する。特に、ここでは、渦電流が多く流れる円盤部の内周部分からスリットを形成しているため、スリットによる渦電流低減の効果が高い。さらに、スリットを複数形成しているため、円盤部に発生する渦電流がより効果的に低減される。

【0009】発明2に係るクローボール形発電機は、請求項1に記載の発電機において、筒体は、内側に永久磁石を有する外側回転子である。また、ステータヨークとコアヨークとコイルとは、内側固定子を構成しており、筒体と同軸に筒体の内部に配置されている。ステータヨークの磁極片は、円盤部の外周端から軸方向に延びている。コアヨークは、両ステータヨークの円盤部の内周部

分を磁氣的に結合している。

【0010】本発電機では、内側固定子の回りを外側回転子が回ることによって、両ステータヨークの円盤部の内周部分を結ぶコアヨークに軸方向の交番磁束が発生し、コイルに電流が流れ発電がされる。このときに、磁束はステータヨークの磁極片から円盤部の外周部分を通り円盤部の内周部分からコアヨークに流れる。コアヨークに交番磁束が発生することによってステータヨークの円盤部に渦電流が流れるが、この渦電流は複数のスリットの存在により小さく抑えられる。

【0011】発明3に係るクローボール形発電機は、請求項2に記載の発電機であって、自転車用の発電機である。内側固定子は、自転車の車輪のハブ軸に固定される。外側回転子は、自転車の車輪の回転部分に連結される。ここでは発明2に係る発電機を自転車に装着しているが、この発電機はステータヨークに設けた複数のスリットにより渦電流が抑えられ発電効率が向上している。このため、発電機の小型化あるいは軽量化を図った場合にも、自転車の車輪の小さな回転数で発電機に所定の出力を出させることができる。

【0012】発明4に係るクローボール形発電機は、請求項1から3のいずれかに記載の発電機において、ステータヨークの円盤部に形成される複数のスリットのうち少なくとも1つは、円盤部の外周端に達している。ここでは、ステータヨークの円盤部に少なくとも1本のスリットが内周部分から外周端まで通っているため、円盤部に発生する渦電流の流れの多くを遮断することができる。これにより、発生する渦電流がより抑えられ、発電効率が向上する。

【0013】発明5に係るクローボール形発電機は、請求項1から4のいずれかに記載の発電機において、ステータヨークは純鉄系の電磁鋼板で製作されている。ここでは、ステータヨークを珪素系に較べて加工性の良い純鉄系の電磁鋼板で製作しているため、円盤部と磁極片との曲がり部を成形し易く、発電機の製作費が抑えられる。このようにステータヨークを純鉄系電磁鋼板で製作すると、純鉄系電磁鋼板は珪素系電磁鋼板の較べて電気抵抗が小さく渦電流による鉄損が大きくなるが、ここでは円盤部に複数のスリットを設けているため、渦電流が抑えられ所定の発電効率を確保することができる。

【0014】発明6に係るクローボール形発電機は、筒体と、2つのステータヨークと、コアヨークと、リング状のコイルと、隔離板とを備えている。筒体は、永久磁石を有している。ステータヨークは、それぞれ、円盤部と、複数の磁極片とを有している。磁極片は、円盤部から軸方向に延びており、筒体の永久磁石と対向する。また、2つのステータヨークは、筒体と同軸に、互いの磁極片が隣接するように配置される。コアヨークは、両ステータヨークを磁氣的に結合しており、軸方向に磁束を通す。コイルは、コアヨークの周囲に配置される。隔離

板は、ステータヨークとコアヨークとの間に配置される。

【0015】本発電機では、筒体の永久磁石とステータヨークの磁極片とが対向しており、筒体とステータヨークとが相対回転することによって、両ステータヨークを結合しているコアヨークに軸方向の交番磁束が発生する。これによりコイルに電流が流れて発電される。具体的には、一方のステータヨークがN極となり他方のステータヨークがS極となる状態と、一方のステータヨークがS極となり他方のステータヨークがN極となる状態とを交互に入れ替えて交番磁束を発生させている。この発電時には、交番磁束に加えて、渦電流も発生する。

【0016】この渦電流は発電効率を低下させるものであるが、本発電機においてはステータヨークとコアヨークとの間に隔離板を配置しているため、これを抑えることができる。すなわち、ステータヨーク及びコアヨークに渦電流が発生するが、これらの間に隔離板を挿入しているため、発生する渦電流が小さくなり発電効率が向上する。なお、隔離板はステータヨークとコアヨークとの間で磁束を通すものである。

【0017】発明7に係るクローボール形発電機は、請求項6に記載の発電機において、筒体は、内側に永久磁石を有する外側回転子である。また、ステータヨークとコアヨークとコイルと隔離板とは、内側固定子を構成しており、筒体と同軸に筒体の内部に配置されている。ステータヨークの磁極片は、円盤部の外周端から軸方向に延びている。コアヨークは、両ステータヨークの円盤部の内周部分を磁氣的に結合している。

【0018】本発電機では、内側固定子の回りを外側回転子が回ることによって、両ステータヨークの円盤部の内周部分を結ぶコアヨークに軸方向の交番磁束が発生し、コイルに電流が流れ発電がされる。このときに、磁束はステータヨークの磁極片から円盤部の外周部分を通り円盤部の内周部分からコアヨークに流れる。コアヨークに交番磁束が発生することによってステータヨークやコアヨークに渦電流が流れるが、この渦電流は隔離板の存在により小さく抑えられる。

【0019】発明8に係るクローボール形発電機は、請求項7に記載の発電機であって、自転車用の発電機である。内側固定子は、自転車の車輪のハブ軸に固定される。外側回転子は、自転車の車輪の回転部分に連結される。ここでは発明7に係る発電機を自転車に装着しているが、この発電機は隔離板により渦電流が抑えられ発電効率が向上している。このため、発電機の小型化あるいは軽量化を図った場合にも、自転車の車輪の小さな回転数で発電機に所定の出力を出させることができる。

【0020】発明9に係るクローボール形発電機は、請求項6から8のいずれかに記載の発電機において、隔離板は、珪素系の電磁鋼板によって製作されるものであって、スリットを有している。ここでは、電気抵抗の大き

な珪素系電磁鋼板により隔離板を製作しているため、ステータヨークとコアヨークとの間の部分に発生する渦電流がより小さくなる。

【0021】また、ここでは隔離板にスリットを形成しているため、隔離板自身に発生する渦電流が抑えられ、ステータヨークとコアヨークとの間の部分に発生する渦電流を低減することができる。すなわち、隔離板に円周方向に沿って渦電流が流れても、スリットが存在するため隔離板内を渦電流が円周方向に沿って流れ難くなる。このため、渦電流が小さくなり発電効率が向上する。

【0022】発明10に係るクローボール形発電機は、請求項9に記載の発電機において、隔離板は、円盤状のものであって、内周部分から外周端に達するスリットを有している。ここでは、内周部分から外周端まで通っているスリットが隔離板に存在するため、隔離板内の円周方向に沿った渦電流の流れの多くが遮断される。これにより、渦電流がより抑えられ、発電効率が向上する。

【0023】発明11に係るクローボール形発電機は、筒体と、2つのステータヨークと、コアヨークと、リング状のコイルとを備えている。筒体は、永久磁石を有している。ステータヨークは、それぞれ、円盤部と、複数の磁極片とを有している。磁極片は、円盤部から軸方向に延びており、筒体の永久磁石と対向する。また、2つのステータヨークは、筒体と同軸に、互いの磁極片が隣接するように配置される。コアヨークは、両ステータヨークを磁気的に結合しており、軸方向に磁束を通す。また、コアヨークは、複数の分割片から構成されている。これらの分割片は、円周方向に異なった位置に配置されている。コイルは、コアヨークの周囲に配置される。

【0024】本発電機では、筒体の永久磁石とステータヨークの磁極片とが対向しており、筒体とステータヨークとが相対回転することによって、両ステータヨークを結合しているコアヨークに軸方向の交番磁束が発生する。これによりコイルに電流が流れて発電される。具体的には、一方のステータヨークがN極となり他方のステータヨークがS極となる状態と、一方のステータヨークがS極となり他方のステータヨークがN極となる状態とを交互に入れ替えて交番磁束を発生させている。この発電時には、交番磁束に加えて、渦電流も発生する。

【0025】この渦電流は発電効率を低下させるものであるが、本発電機においてはコアヨークを複数の分割片から構成しているため、これを抑えることができる。すなわち、コアヨーク内に渦電流が発生するが、分割片が円周方向に異なった位置に配置されているため、渦電流が円周方向に沿って流れ難い。このため、渦電流が小さくなり発電効率が向上する。

【0026】発明12に係るクローボール形発電機は、請求項11に記載の発電機において、筒体は、内側に永久磁石を有する外側回転子である。また、ステータヨークとコアヨークとコイルとは、内側固定子を構成してお

り、筒体と同軸に筒体の内部に配置されている。ステータヨークの磁極片は、円盤部の外周端から軸方向に延びている。コアヨークは、両ステータヨークの円盤部の内周部分を磁気的に結合している。

【0027】本発電機では、内側固定子の回りを外側回転子が回ることによって、両ステータヨークの円盤部の内周部分を結ぶコアヨークに軸方向の交番磁束が発生し、コイルに電流が流れ発電がされる。このときに、磁束はステータヨークの磁極片から円盤部の外周部分を通り円盤部の内周部分からコアヨークに流れる。コアヨークに交番磁束が発生することによってコアヨークに渦電流が流れるが、コアヨークが複数の分割片によって構成されていることから、この渦電流が小さく抑えられる。

【0028】発明13に係るクローボール形発電機は、請求項12に記載の発電機であって、自転車用の発電機である。内側固定子は、自転車の車輪のハブ軸に固定される。外側回転子は、自転車の車輪の回転部分に連結される。ここでは発明12に係る発電機を自転車に装着しているが、この発電機は、コアヨークが複数の分割片によって構成されていることから、渦電流が抑えられ発電効率が向上している。このため、発電機の小型化あるいは軽量化を図った場合にも、自転車の車輪の小さな回転数で発電機に所定の出力を出させることができる。

【0029】発明14に係るクローボール形発電機は、請求項11から13のいずれかに記載の発電機において、コアヨークを構成する複数の分割片は、珪素系の電磁鋼板により製作されている。ここでは、コアヨークを構成する各分割片を、珪素系の電磁鋼板により製作している。珪素系の電磁鋼板は、磁束を通しながら、珪素が含有されていることから電気抵抗が大きいという特徴を有している。このため、交番磁束によりコアヨークに発生する渦電流がより抑えられ、発電効率が向上する。

【0030】発明15に係るクローボール形発電機は、請求項11から14のいずれかに記載の発電機において、コアヨークを構成する複数の分割片は、軸方向に平行に積層される板状部材である。ここでは、加工の容易な板状部材を積層することによってコアヨークを構成している。このため、特に加工性に難のある珪素系の電磁鋼板により分割片を製作する場合には、加工費等の製作費を抑えることができる。

【0031】発明16に係るクローボール形発電機は、請求項15に記載の発電機において、コアヨークは、複数の分割片組立体から構成されている。これらの分割片組立体は、それぞれ、分割片が複数重ねられ一体化されているものである。ここでは、予め板状部材の分割片を複数重ねて一体化した分割片組立体によって、コアヨークを構成している。これにより、最終的に発電機を組み立てる際に、組立が容易になるとともに確実に組み付けることができるようになる。

【0032】発明17に係るクローボール形発電機は、



請求項16に記載の発電機において、分割片には、凹部及び凸部、あるいは凸部に係合する孔が形成されている。そして、分割片組立体は、分割片の凸部が凹部に、あるいは分割片の凸部が孔にはめられることによって一体化されている。ここでは、分割片に凹部、凸部、孔を形成し、これを利用して分割片組立体に組み立てているため、分割片同士の位置ずれが起こりにくい。

【0033】発明18に係るクローボール形発電機は、請求項16又は17に記載の発電機において、ボビンをさらに備えている。ボビンは、コイルが巻回される部材である。このボビンの内周部には切欠きが形成されており、これらの切欠きには分割片組立体が係合する。本発電機では、コイルが巻回されるボビンの内方に分割片組立体から成るコアヨークを係合させており、コアヨークに交番磁束が発生することによりコイルに電流が流れ発電がされる。ここでは、ボビンの内周部に形成される切欠きに各分割片組立体が係合することでコアヨークが形成される。

【0034】発明19に係るクローボール形発電機は、請求項11から14のいずれかに記載の発電機において、コアヨークを構成する複数の分割片は、放射状に延びる板状部材あるいはブロック状部材である。ここでは、放射状に延びる板状部材あるいはブロック状部材が集まってコアヨークを構成しており、分割片同士の分かれ目が渦電流の円周方向の流れを阻害するため、コアヨークに流れる渦電流が抑えられる。

【0035】発明20に係るクローボール形発電機は、請求項11から14のいずれかに記載の発電機において、コアヨークを構成する複数の分割片は、軸方向に延びる棒状部材である。ここでは、発電機の軸方向に延びる棒状部材を束ねてコアヨークを構成している。したがって、軸方向に磁束は通りやすいが、コアヨークの円周方向には渦電流が流れ難くなる。

【0036】発明21に係る自転車は、本体と、車輪と、クローボール形発電機とを備えている。本体は、車輪用フォークを有している。車輪は、車輪用フォークに回転可能に支持される。クローボール形発電機は、請求項1から20のいずれかに記載の発電機であって、車輪用フォークと車輪との相対回転によって発電する。ここでは、上記のように発電効率の良いクローボール形発電機を配備しているため、発電機の軽量化を図ることができるとともに発電に必要なトルクを低減することでもでき、自転車の軽量化や車輪を回転させるための踏み力等の力の軽減を図ることができる。

【0037】

【発明の実施の形態】〔第1実施形態〕

＜全体構成＞本発明の一実施形態であるハブダイナモ（クローボール形発電機）を図1及び図2に示す。このハブダイナモ1は、図15に示すような自転車101に装着することができるものである。自転車101は、前

輪用フォーク98を有するフレーム（本体）102と、ハンドル104と、チェーンやペダル等から成る駆動部105と、スポーク99を有する前輪（車輪）106と、後輪107とを備えている。この自転車101に図1に示すようにハブダイナモ1を組み込めば、前照灯や尾灯などに発電した電力を供給することができる。

【0038】図1はハブダイナモ1の片側縦断面図であり、図2は図1のII-II矢視図である。図1に示すハブダイナモ1は、自転車101の前輪106のハブに発電機を組み込んだものであって、ハブ軸20の両端部が左右両方の前輪用フォーク98に固定され、外側回転子組立体の両フランジ11a, 11bにスポーク99が固定される。なお、図1に示す軸O-Oは自転車の前輪106の回転軸であり、外側回転子組立体は軸O-Oを回転中心として前輪106とともに回転する。

【0039】ハブダイナモ1は、図1に示すように、部材11, 12, 13から成る外側回転子組立体と、部材20, 31, 32, 41, 50, 61, 62等から成る内側固定子組立体とから構成されている。

＜内側固定子組立体＞内側固定子組立体（内側固定子）は、図1に示すように、ハブ軸20と、2つのステータヨーク31, 32と、コイル40が巻かれたボビン41と、筒状コアヨーク50と、2枚の隔離ディスク61, 62（図8参照）とを備えている。ハブ軸20、ステータヨーク31, 32、ボビン41、筒状コアヨーク50、及び隔離ディスク61, 62は、組み付けられると一体となって内側固定子を構成する。この内側固定子は、ハブ軸20により前輪用フォーク98に固定される。この内側固定子組立体を構成する各部材については、後に詳述する。

【0040】＜外側回転子組立体＞外側回転子組立体（外側回転子）は、第1本体11と、第2本体12と、キャップ13とから構成される。第1本体11及びキャップ13が第2本体12に装着されると、3つの部材11, 12, 13は図1のように一体化される。この一体化された外側回転子組立体は、ベアリング21, 22により、ハブ軸20に対して回転自在に固定される。また、第1本体11の外周部に形成されているフランジ11a及び第2本体12の外周部に形成されているフランジ12aには、前輪106の複数のスポーク99が固定される。また、キャップ13には、図1に示すように、円周方向に等間隔に分割された4個の磁石体から成る永久磁石14が固着されている。この永久磁石14には、等間隔で交互にN極とS極とが着磁されており、合計28極のそれぞれが後述するステータヨーク31, 32のクロー（磁極片）31b, 32bと対向している（図1参照）。

【0041】＜ハブ軸＞ハブ軸20は、その両端が取付ナット2やロックナット3によって前輪用フォーク98に固定されるもので、このハブ軸20には、後述するス



ステータヨーク31、32、筒状コアヨーク50、及び隔離ディスク61、62が固定される。

<ステータヨーク>ステータヨーク31/32の平面図を図3に、断面図を図4に示す。これらに示すように、ステータヨーク31/32は、円盤部31a/32aと、クロー31b/32bとから構成されている。

【0042】クロー31b/32bは、円周方向に等間隔に14本形成されており、それぞれ円盤部31a/32aの外周端から軸O-O方向に沿って延びている。各クロー31b/32b間の隙間の円周方向に沿った寸法は各クロー31b/32bの円周方向に沿った寸法よりも若干大きく設定されており、図11に示すように、両ステータヨーク31/32が組み付けられたときのクロー31bとクロー32bとは等しい隙間を開けた状態で円周方向に等間隔で並ぶ。また、図11に示すように、各クロー31b、32bの径方向外方には、永久磁石14が対向するように配置されている。

【0043】また、円盤部31a/32aには、図3に示すように、ハブ軸20を通すための円孔31c/32cと、スリット31d/32d、31e/32eとが形成されている。円孔31c/32cは、円盤部31a/32aの中央に開けられている。スリット31d/32dは、円孔31c/32cから径方向外側に向かって円盤部31a/32aの外周端と円孔31c/32cとの中間部分まで延びている。スリット31e/32eは、円孔31c/32cから径方向外側に向かって延びており、円盤部31a/32aの外周端まで達している。これらの7つのスリット31d/32d及び1つのスリット31e/32eは、円周方向に等間隔に配置されている。

【0044】なお、ステータヨーク31/32は、加工性の良い純鉄系の電磁鋼板（電磁軟鉄）により製作されている。

<ボビン>コイル40が巻かれ筒状コアヨーク50が装着されるボビン41の正面図を図5に、断面図を図6に示す。ボビン41は、環状の樹脂製部材であって、外周部にはコイル40を巻回して保持する溝41aが形成されており、内周部には筒状コアヨーク50に係合する段差を有する切欠き41bが形成されている。溝41aに巻かれたコイル40の両端は、図5に示す孔41c及び図5の向こう側に配置される図示しない孔から引き出される。

【0045】<筒状コアヨーク>筒状コアヨーク50は、図5及び図6に示すように、12個の分割片組立体51から構成されるものであって、ボビン41の切欠き41bに係合してボビン41の内側に装着される。各分割片組立体51は、図7及び図8に示すように、長方形の薄板である分割片を4枚はめ合わせたものである。1つの分割片組立体51は、3枚の分割片52と1枚の分割片53とから成っている。分割片52には4つの凹部

52a及び凸部52bが形成されており、分割片53には4つの円孔53aが形成されている。そして、凹部52aと凸部52b、円孔53aと凸部52bとに係合させて、分割片組立体51が組み立てられる（図8参照）。各分割片52、53は、1mm以下の薄さの珪素鋼板から製作される。

【0046】このような分割片組立体51を図5に示すようにボビン41の切欠き41bにはめると、これらの12個の分割片組立体51により、中央にハブ軸20が入る正方形断面の空間を内部に有する筒状コアヨーク50が構成される。この筒状コアヨーク50は、軸O-O方向に平行に分割片52、53が積層されたものとなる。また、図6に示すように、筒状コアヨーク50の軸O-O方向の長さがボビン41の軸O-O方向の長さよりも長く、筒状コアヨーク50の両端面はボビン41の両端面から若干はみ出た状態となる。

【0047】<隔離ディスク>隔離ディスク61/62は、分割片52、53と同様の厚さの珪素鋼板から製作されるもので、図9に示すような円形のディスクである。この隔離ディスク61/62には、ハブ軸20を通すための円孔61b/62bと、スリット61c/62c、61d/62dとが形成されている。円孔61b/62bは、中央に開けられており、ステータヨーク31/32の円孔31c/32cとほぼ同じ径となっている。スリット61c/62cは、円孔61b/62bから径方向外側に向かって外周端近傍まで延びている。スリット61d/62dは、円孔61b/62bから径方向外側に向かって延びており、外周端まで達している。これらの7つのスリット61c/62c及び1つのスリット61d/62dは、円周方向に等間隔に配置されている。

【0048】この隔離ディスク61/62は、図10に示すように、ステータヨーク31/32とボビン41及び筒状コアヨーク50との間に配置され、これらによって挟持される。そして、図1のように組み立てられた状態において、隔離ディスク61/62は、ステータヨーク31/32の円盤部31a/32aと筒状コアヨーク50とに接触しながら、両者が直接接触しないように隔離する。但し、珪素鋼板は磁束を通すため、組み立てられると、両ステータヨーク31、32は、互いの内周部が隔離ディスク61、62及び筒状コアヨーク50を介して磁気的に連結された状態となる。また、スリット61c/62c、61d/62dの幅は、ステータヨーク31/32のスリット31d/32d、31e/32eの幅よりも小さく設定されており、ステータヨーク31/32と筒状コアヨーク50とがより確実に隔離されるようになっている。なお、図6及び図10に示すように筒状コアヨーク50の両端面がボビン41の両端面から若干はみ出ているため、隔離ディスク61、62とボビン41との間には僅かな隙間が存在する。

【0049】<ハブダイナモ発電>次に、ハブダイナモ1による発電について説明する。自転車101の走行にしたがって、前輪用フォーク98に対してスポーク99が回転すると、前輪用フォーク98に固定されている内側固定子組立体に対して、スポーク99に固定されベアリング21、22により内側固定子組立体に対し回転自在である外側回転子組立体が回転する。すると、ステータヨーク31、32のクロー31b、32bの外側を永久磁石14が回転する(図11参照)。

【0050】これにより、クロー31bとクロー32bとは、一方が永久磁石14からN極の磁束供給を受けるときには他方がS極の磁束供給を受け、一方が永久磁石14からS極の磁束供給を受けるときには他方がN極の磁束供給を受ける。すなわち、クロー31b、32bの外側を永久磁石14が回転することにより、ステータヨーク31がN極でステータヨーク32がS極である第1状態、及びステータヨーク31がS極でステータヨーク32がN極である第2状態が繰り返されて、両者31、32を磁気的に連結している筒状コアヨーク50に軸O-O方向の交番磁束が発生する。このコイル40の内側

【0051】<本ハブダイナモの特徴>

(1) 本ハブダイナモ1では、両ステータヨーク31、32を結びコイル40の内側に配置される筒状コアヨーク50に交番磁束を発生させて発電を行っているが、この発電時には、交番磁束に加えて、渦電流も発生する。この渦電流は発電効率を低下させるものであるが、本ハブダイナモ1においてはステータヨーク31/32の円盤部31a/32aにスリット31d/32d、31e/32eを形成しているため、これを抑えることができる。すなわち、円盤部31a/32aには円周方向に沿って渦電流が発生するが、円孔61b/62bから径方向外方に延びるスリット31d/32d、31e/32eが存在するため、渦電流の主な通路が遮断され、円盤部31a/32aを渦電流が円周方向に沿って流れ難くなる。このため、渦電流が小さくなり発電効率が向上している。

【0052】特に、ここでは、渦電流が多く流れる円盤部31a/32aの内周部を中心にスリット31d/32d、31e/32eを配置しているため、渦電流低減の効果が高い。さらに、スリット31d/32dを複数形成しているため、渦電流がより効果的に低減している。なお、自転車101の速度15km/hに相当する110rpmで外側回転子組立体と内側固定子組立体とを相対回転させたときに得られる発電出力を実験により比較すると、本ハブダイナモ1の発電出力は、スリット31d/32d、31e/32eを設けていないものよりも約26%出力が上っており、スリット31e/32eだけを設けスリット31d/32dを設けていない

ものよりも約6%出力が上がっている。

(2) 本ハブダイナモ1では、スリット31e/32eを設けることによって円盤部31a/32aが円周方向に直接つながないようにしているため(図3参照)、円盤部31a、32aに発生する渦電流の流れの多くが遮断される。これにより、より発電効率が向上している。

(3) 本ハブダイナモ1では、ステータヨーク31/32を珪素系に較べて加工性の良い純鉄系の電磁鋼板で製作しているため、円盤部31a/32aとクロー31b/32bとの湾曲部分が成形し易く、製作費用が抑えられている。一方、このようにステータヨーク31/32を純鉄系電磁鋼板で製作しているため、電気抵抗が小さくなり渦電流による鉄損が大きくなるが、円盤部31a/32aにスリット31d/32d、31e/32eを設けているため、渦電流を抑え所定の発電効率が確保できている。

(4) 本ハブダイナモ1では、ステータヨーク31/32と筒状コアヨーク50との間に隔離ディスク61/62を配置しているため、発電時に発生する渦電流が抑えられ発電効率が向上している。すなわち、交番磁束の発生によりステータヨーク31/32及び筒状コアヨーク50に渦電流が発生するが、これらの間に電気抵抗の大きな珪素系電磁鋼板製の隔離ディスク61/62を挿入しているため、ステータヨーク31/32と筒状コアヨーク50との間の部分に発生する渦電流が少なくなっている。このため、渦電流が小さくなり発電効率が向上している。

【0053】また、隔離ディスク61/62にスリット61c/62c、61d/62dを形成しているため、隔離ディスク61/62に渦電流が流れにくくなっている。これにより、より渦電流が小さくなり発電効率が向上している。なお、自転車101の速度15km/hに相当する120rpmで外側回転子組立体と内側固定子組立体とを相対回転させたときに得られる発電出力を実験により比較すると、本ハブダイナモ1の発電出力は、隔離ディスク61、62を設けていないものよりも約6%出力が上がっている。

(5) 本ハブダイナモ1では、筒状コアヨーク50を複数の分割片52、53から構成しているため、渦電流が抑えられ発電効率が向上している。すなわち、交番磁束の発生によって筒状コアヨーク50に渦電流が発生するが、分割片52、53が円周方向に異なった位置に配置され円周方向に流れる渦電流を遮断するようにこれらの分割片52、53の分かれ目が入っているため、渦電流の大きさが抑えられている。このため、筒状コアヨーク50においては渦電流が円周方向に沿って流れ難くなり、渦電流が小さくなって発電効率が向上している。

【0054】また、筒状コアヨーク50を構成する各分割片52、53が珪素系の電磁鋼板から製作されている

ため、筒状コアヨーク50の電気抵抗が大きくなり、筒状コアヨーク50に発生する渦電流がより抑えられている。なお、自転車101の速度15km/hに相当する120rpmで外側回転子組立体と内側固定子組立体とを相対回転させたときに得られる発電出力を実験により比較すると、本ハブダイナモ1の発電出力は、筒状コアヨーク50を分割のない円筒状の電磁軟鉄(純鉄系の電磁鋼板)で構成したものよりも約33%出力が上がっている。

(6) 本ハブダイナモ1では、予め薄板の分割片52、53を4枚重ねて一体化した分割片組立体51によって筒状コアヨーク50を構成している。これにより、最終的にハブダイナモ1を組み立てる際に、組立が容易になるとともに確実に組み付けることができるようになってい

【0055】また、分割片52に凹部52a及び凸部52b、分割片53に円孔53aを形成し、これらを利用して分割片組立体51に組み立てているため、分割片52、53同士的位置ずれが起こり難くなっている。

【第2実施形態】上記第1実施形態においては複数の分割片52、53から成る分割片組立体51を軸O-O方向に平行に積層して筒状コアヨーク50を構成しているが、この筒状コアヨーク50に代えて図12に示すような筒状コアヨーク70を使用しても良い。

【0056】筒状コアヨーク70は、図12に示すように、190枚の珪素鋼板の薄板(分割片)72を円周方向に並べたものである(図12においては視認し易いように枚数を減らしたものを記載している)。これらをボビン42の内側に配置すると、中央にはハブ軸20が通る空間が形成される。なお、コイル40が巻かれるボビン42は、筒状コアヨーク70に係合するように、内周部に円周面42bで囲まれる円筒状の空間が形成されている。筒状コアヨーク70の外周面は、このボビン42の内周面42bに係合する。コイル40は、ボビン42の外周部に形成されている溝42a内に巻回される。

【0057】本実施形態のハブダイナモでは、薄板72が放射状に延びているため、薄板72同士の分かれ目が筒状コアヨーク70内で円周方向に流れる渦電流の円周方向の流れを阻害する。このため、筒状コアヨーク70に流れる渦電流が抑えられ、発電効率が向上している。この発電効率の向上の度合いは、上記第1実施形態のハブダイナモ1と同等である。

【0058】【第3実施形態】上記第1実施形態においては複数の分割片52、53から成る分割片組立体51を軸O-O方向に平行に積層して筒状コアヨーク50を構成しているが、この筒状コアヨーク50に代えて図13に示すような筒状コアヨーク80を使用しても良い。

【0059】筒状コアヨーク80は、図13に示すように、16個の電磁軟鉄のブロック82を円周方向に並べたものである。これらをボビン42の内側に配置する

と、中央にはハブ軸20が通る空間が形成される。なお、コイル40が巻かれるボビン42は、筒状コアヨーク80に係合するように、内周部に円周面42bで囲まれる円筒状の空間が形成されている。筒状コアヨーク80の外周面は、このボビン42の内周面42bに係合する。コイル40は、ボビン42の外周部に形成されている溝42a内に巻回される。

【0060】本実施形態のハブダイナモでは、図13に示すようにブロック82同士の分かれ目が放射線状に延び筒状コアヨーク80内で円周方向に流れる渦電流の円周方向の流れを阻害する。このため、筒状コアヨーク80に流れる渦電流が抑えられ、発電効率が向上している。なお、自転車101の速度15km/hに相当する120rpmで外側回転子組立体と内側固定子組立体とを相対回転させたときに得られる発電出力を実験により比較すると、本ハブダイナモの発電出力は、筒状コアヨーク80を分割のない円筒状の電磁軟鉄(純鉄系の電磁鋼板)で構成したものよりも約29%出力が上がっている。

【0061】【第4実施形態】上記第1実施形態においては複数の分割片52、53から成る分割片組立体51を軸O-O方向に平行に積層して筒状コアヨーク50を構成しているが、この筒状コアヨーク50に代えて図14に示すような筒状コアヨーク90を使用しても良い。

【0062】筒状コアヨーク90は、図14に示すように、軸O-O方向に延びる約100本の電磁軟鉄の丸棒92を円周方向に束ねたものである。これらをボビン42の内側に配置すると、中央にはハブ軸20が通る空間が形成される。なお、コイル40が巻かれるボビン42は、筒状コアヨーク90に係合するように、内周部に円周面42bで囲まれる円筒状の空間が形成されている。筒状コアヨーク90の外周面は、このボビン42の内周面42bに係合する。コイル40は、ボビン42の外周部に形成されている溝42a内に巻回される。

【0063】本実施形態のハブダイナモでは、筒状コアヨーク90の構成から、軸O-O方向には磁束が通りやすいが、円周方向には渦電流が流れ難くなっている。このため、筒状コアヨーク90に流れる渦電流が抑えられ、発電効率が向上している。なお、自転車101の速度15km/hに相当する120rpmで外側回転子組立体と内側固定子組立体とを相対回転させたときに得られる発電出力を実験により比較すると、本ハブダイナモの発電出力は、筒状コアヨーク90を分割のない円筒状の電磁軟鉄(純鉄系の電磁鋼板)で構成したものよりも約18%出力が上がっている。

【0064】

【発明の効果】本発明の発電機では、ステータヨークの円盤部に複数のスリットを形成しているため、渦電流を抑えることができ、発電効率が向上する。また、別の本発明の発電機では、ステータヨークとコアヨークとの間

に電気抵抗の大きな珪素系電磁鋼板製の隔離板を配置しているため、渦電流を抑えることができ、発電効率が向上する。

【0065】また、別の本発明の発電機では、コアヨークを円周方向に異なった位置に配置される複数の分割片から構成しているため、渦電流を抑えることができ、発電効率が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態であるハブダイナモの片側縦断面図。

【図2】図1のII-II矢視図。

【図3】ステータヨーク31の平面図。

【図4】図3のIV-IV矢視断面図。

【図5】ボビン及び筒状コアヨークの平面図。

【図6】図5のVI-VI矢視断面図。

【図7】分割片組立体の平面図。

【図8】図7のVIII-VIII矢視断面図。

【図9】隔離ディスクの平面図。

【図10】ステータヨーク、筒状コアヨーク、隔離ディスクの分解組立図。

【図11】永久磁石及びクローの横断面配置図。

【図12】第2実施形態のボビン及び筒状コアヨークの平面図。

【図13】第3実施形態のボビン及び筒状コアヨークの平面図。

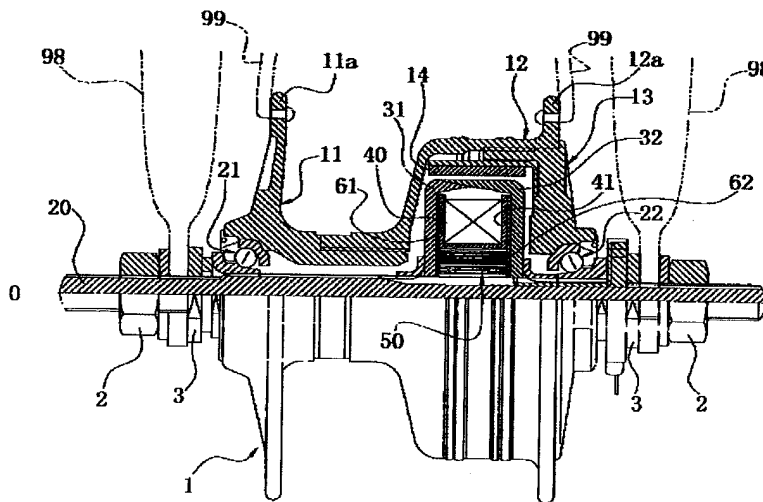
【図14】第4実施形態のボビン及び筒状コアヨークの平面図。

【図15】本発明の一実施形態のハブダイナモを組み込む自転車の側面図。

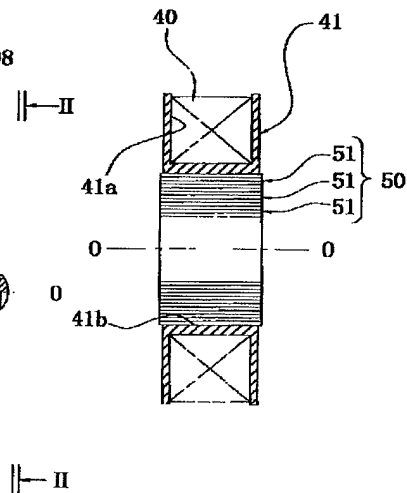
【符号の説明】

- 1    ハブダイナモ（クローボール形発電機）
- 14   永久磁石
- 20   ハブ軸
- 31, 32   ステータヨーク
- 31a, 32a   円盤部
- 31b, 32b   クロー（磁極片）
- 31d, 32d   スリット
- 31e, 32e   スリット
- 40   コイル
- 41   ボビン
- 50, 60, 70, 80   筒状コアヨーク（コアヨーク）
- 51   分割片組立体
- 52, 53   分割片
- 52a   凹部
- 52b   凸部
- 53a   円孔（孔）
- 61, 62   隔離ディスク
- 61c, 62c   スリット
- 61d, 62d   スリット
- 72   薄板（板状部材）
- 82   ブロック
- 92   丸棒（棒状部材）
- 98   前輪用フォーク（車輪用フォーク）
- 99   スポーク
- 101   自転車
- 102   フレーム（本体）
- 106   前輪（車輪）

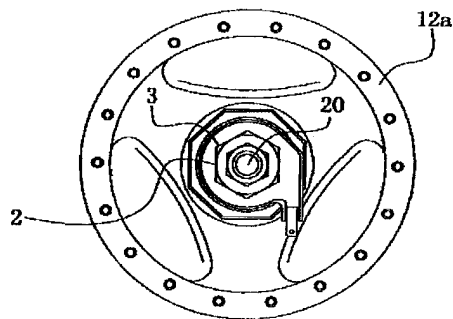
【図1】



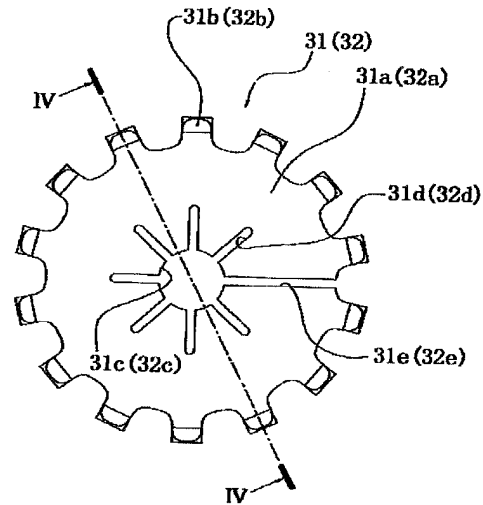
【図6】



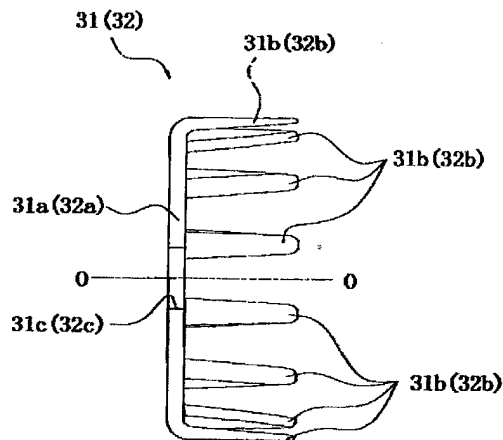
【図2】



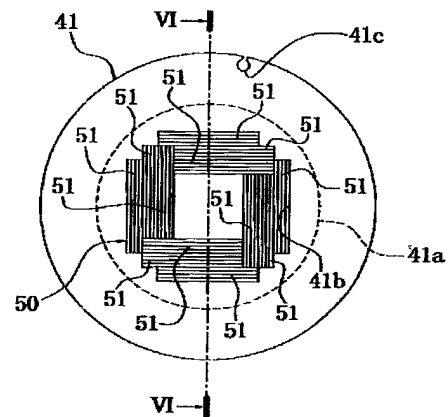
【図3】



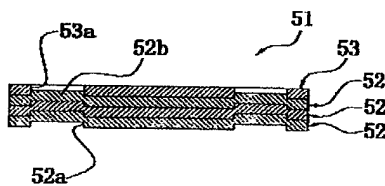
【図4】



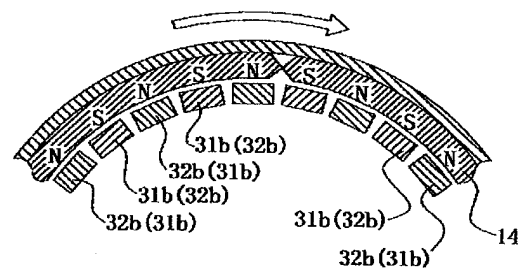
【図5】



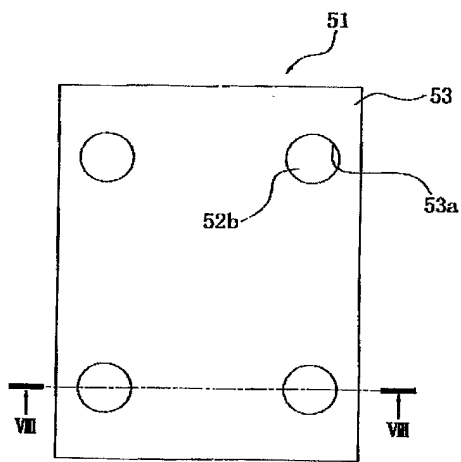
【図8】



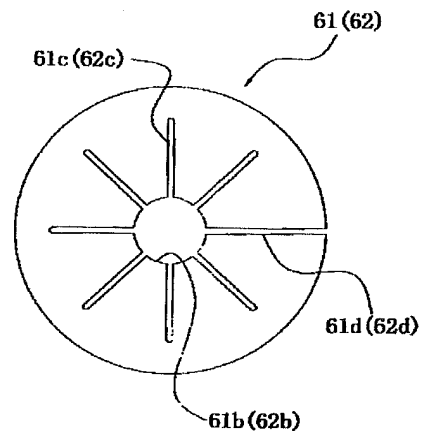
【図11】



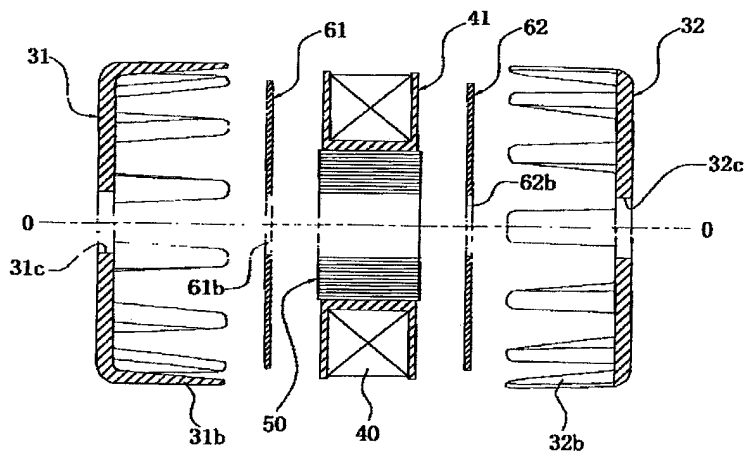
【図7】



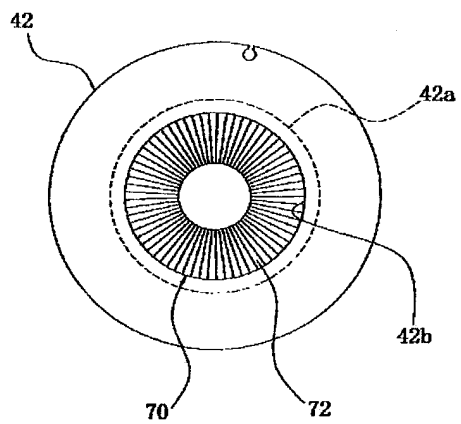
【図9】



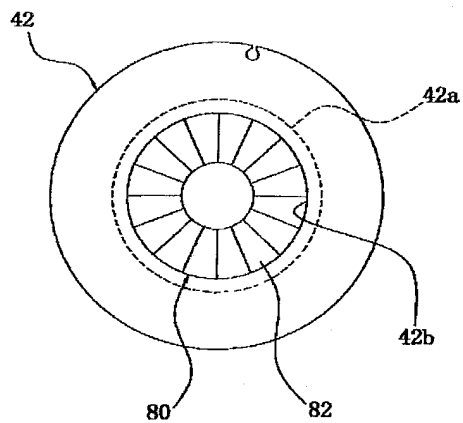
【図10】



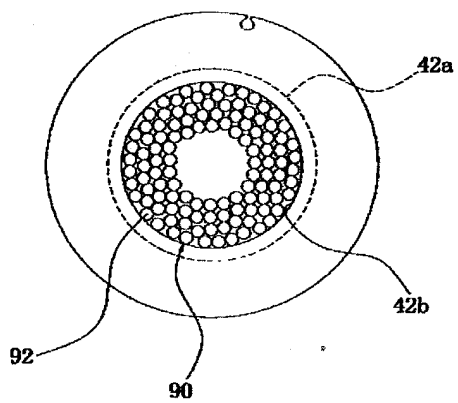
【図12】



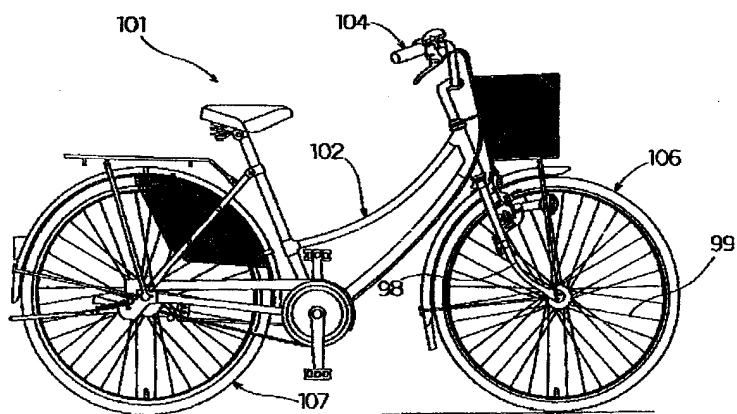
【図13】



【図14】



【図15】





【手続補正書】

【提出日】平成11年7月29日(1999. 7. 29)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正内容】

【書類名】 明細書

【発明の名称】 クローボール形発電機及び自転車

【特許請求の範囲】

【請求項1】永久磁石を有する筒体と、

円盤部と前記円盤部から軸方向に延び前記永久磁石と対向する複数の磁極片とを有し、前記筒体と同軸に互いの前記磁極片が隣接するように配置される2つのステータヨークと、

前記両ステータヨークを磁氣的に結合して軸方向に磁束を通すコアヨークと、

前記コアヨークの周囲に配置されるリング状のコイルと、を備え、

前記ステータヨークの円盤部には、中央に開けられる孔と、前記孔から径方向外方に延びる複数のスリットとが形成されている、クローボール形発電機。

【請求項2】前記筒体は、内側に前記永久磁石を有する外側回転子であり、

前記ステータヨークと前記コアヨークと前記コイルとは、内側固定子を構成し、前記筒体と同軸に前記筒体の内部に配置され、

前記磁極片は、前記円盤部の外周端から軸方向に延び、前記コアヨークは、前記両ステータヨークの円盤部の内周部分を磁氣的に結合する、請求項1に記載のクローボール形発電機。

【請求項3】前記内側固定子が車輪のハブ軸に固定され、

前記外側回転子が車輪の回転部分に連結される、請求項2に記載の自転車用のクローボール形発電機。

【請求項4】前記ステータヨークの円盤部に形成される複数のスリットのうち、1つが前記円盤部の外周端に達しており、残りが前記孔と前記円盤部の外周端との中間部分まで延びている、請求項1から3のいずれかに記載のクローボール形発電機。

【請求項5】前記ステータヨークは、純鉄系電磁鋼板で製作される、請求項1から4のいずれかに記載のクローボール形発電機。

【請求項6】永久磁石を有する筒体と、

円盤部と前記円盤部から軸方向に延び前記永久磁石と対向する複数の磁極片とを有し、前記筒体と同軸に互いの前記磁極片が隣接するように配置される2つのステータヨークと、

前記両ステータヨークを磁氣的に結合して軸方向に磁束

を通すコアヨークと、

前記コアヨークの周囲に配置されるリング状のコイルと、

前記ステータヨークと前記コアヨークとの間に配置される珪素系電磁鋼板から成る隔離板と、を備えたクローボール形発電機。

【請求項7】永久磁石を有する筒体と、

円盤部と前記円盤部から軸方向に延び前記永久磁石と対向する複数の磁極片とを有し、前記筒体と同軸に互いの前記磁極片が隣接するように配置される2つのステータヨークと、

前記両ステータヨークを磁氣的に結合して軸方向に磁束を通すコアヨークと、

前記コアヨークの周囲に配置されるリング状のコイルと、

前記ステータヨークと前記コアヨークとの間に配置される隔離板と、を備え、

前記隔離板には、中央に開けられる孔と、前記孔から径方向外方に延びるスリットとが形成されている、クローボール形発電機。

【請求項8】前記筒体は、内側に前記永久磁石を有する外側回転子であり、

前記ステータヨークと前記コアヨークと前記コイルと前記隔離板とは、内側固定子を構成し、前記筒体と同軸に前記筒体の内部に配置され、

前記磁極片は、前記円盤部の外周端から軸方向に延び、前記コアヨークは、前記両ステータヨークの円盤部の内周部分を磁氣的に結合する、請求項6又は7に記載のクローボール形発電機。

【請求項9】前記内側固定子が車輪のハブ軸に固定され、

前記外側回転子が車輪の回転部分に連結される、請求項8に記載の自転車用のクローボール形発電機。

【請求項10】前記隔離板は、円盤状であり、内周部分から外周端に達するスリットを有している、請求項9に記載のクローボール形発電機。

【請求項11】永久磁石を有する筒体と、

円盤部と前記円盤部から軸方向に延び前記永久磁石と対向する複数の磁極片とを有し、前記筒体と同軸に互いの前記磁極片が隣接するように配置される2つのステータヨークと、

前記両ステータヨークを磁氣的に結合して軸方向に磁束を通すコアヨークと、

前記コアヨークの周囲に配置されるリング状のコイルと、

を備え、

前記コアヨークは、円周方向に異なった位置に配置される複数の分割片から構成されている、クローボール形発電機。

【請求項12】前記筒体は、内側に前記永久磁石を有する外側回転子であり、

前記ステータヨークと前記コアヨークと前記コイルとは、内側固定子を構成し、前記筒体と同軸に前記筒体の内部に配置され、

前記磁極片は、前記円盤部の外周端から軸方向に延び、前記コアヨークは、前記両ステータヨークの円盤部の内周部分を磁氣的に結合する、請求項11に記載のクローボール形発電機。

【請求項13】前記内側固定子が車輪のハブ軸に固定され、

前記外側回転子が車輪の回転部分に連結される、請求項12に記載の自転車用のクローボール形発電機。

【請求項14】前記コアヨークを構成する複数の分割片は、珪素系電磁鋼板で製作される、請求項11から13のいずれかに記載のクローボール形発電機。

【請求項15】前記コアヨークを構成する複数の分割片は、軸方向に平行に積層される板状部材である、請求項11から14のいずれかに記載のクローボール形発電機。

【請求項16】前記コアヨークは、それぞれ前記分割片が複数重ねられ一体化されている複数の分割片組立体から構成される、請求項15に記載のクローボール形発電機。

【請求項17】前記分割片には、凹部及び凸部、あるいは前記凸部に係合する孔が形成されており、

前記分割片組立体は、前記分割片の前記凸部が前記凹部に、あるいは前記凸部が前記孔にはめられることによって一体化されている、請求項16に記載のクローボール形発電機。

【請求項18】前記コイルが巻回されるボビンにさらに備え、

前記分割片組立体は、前記ボビンの内周部に形成される切欠きに係合する、請求項16又は17に記載のクローボール形発電機。

【請求項19】前記コアヨークを構成する複数の分割片は、放射状に延びる板状部材あるいはブロック状部材である、請求項11から14のいずれかに記載のクローボール形発電機。

【請求項20】前記コアヨークを構成する複数の分割片は、軸方向に延びる棒状部材である、請求項11から14のいずれかに記載のクローボール形発電機。

【請求項21】車輪用フォークを有する本体と、前記車輪用フォークに回転可能に支持される車輪と、前記車輪用フォークと前記車輪との相対回転によって発電する請求項1から20のいずれかに記載のクローボール形発電機と、を備えた自転車。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、クローボール形発

電機及び自転車、特に自転車用のクローボール形発電機及びこの発電機を備えた自転車に関する。

【0002】

【従来の技術】従来のクローボール形発電機の一例が、特開平8-192784号公報に記載されている。ここに記載されている発電機10では、2つの鉄芯部材15同士が、それぞれの外周部の磁極片15a、15bが隣接するように組み合わされている。これらの鉄芯部材15は、この公報の図2に示されているように中心部が絞り加工されており、組み合わされる両鉄芯部材15の内周端同士が接触している。これにより、リング状のコイル14の内部に位置する鉄芯部材の内周部に磁束が通り、ここに発生する交番磁束によりコイル14に電流が流れる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記のように、2つの鉄芯部材の内周部を絞って両鉄芯部材を接触させ両鉄芯部材を磁氣的に連結する場合、鉄芯部材の中には軸方向の交番磁束によって大きな渦電流が発生する。このため、せっかく発電した電力の多くは鉄損として消費され、外部に取り出される電力が減少している。

【0004】この鉄損を減らすための構造として、両鉄芯部材の内周部同士を別部材で連結することが考えられる。しかしながら、このような構造としても、各鉄芯部材内及び別部材内において渦電流が発生し、発電の効率はなお低いものとなる。特に、自転車のランプ用の電源や家庭用の風力発電機のように入力される回転が低速回転である発電機においては、発電効率が悪ければ、発電機が大型化したり発電に要する回転力が大きくなったりする不具合が出る。

【0005】本発明の課題は、クローボール形発電機において、発電時に発生する渦電流を抑え、発電効率を向上させることにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】発明1に係るクローボール形発電機は、筒体と、2つのステータヨークと、コアヨークと、リング状のコイルとを備えている。筒体は、永久磁石を有している。ステータヨークは、それぞれ、円盤部と、複数の磁極片とを有している。磁極片は、円盤部から軸方向に延びており、筒体の永久磁石と対向する。また、2つのステータヨークは、筒体と同軸に、互いの磁極片が隣接するように配置される。コアヨークは、両ステータヨークを磁氣的に結合しており、軸方向に磁束を通す。コイルは、コアヨークの周囲に配置される。また、ステータヨークの円盤部には、中央に開けられる孔と、孔から径方向外方に延びる複数のスリットとが形成されている。

【0007】本発電機では、筒体の永久磁石とステータヨークの磁極片とが対向しており、筒体とステータヨークとが相対回転することによって、両ステータヨークを

結合しているコアヨークに軸方向の交番磁束が発生する。これによりコイルに電流が流れて発電される。具体的には、一方のステータヨークがN極となり他方のステータヨークがS極となる状態と、一方のステータヨークがS極となり他方のステータヨークがN極となる状態とを交互に入れ替えて交番磁束を発生させている。この発電時には、交番磁束に加えて、渦電流も発生する。

【0008】この渦電流は発電効率を低下させるものであるが、本発電機においてはステータヨークの円盤部にスリットを形成しているため、これを抑えることができる。すなわち、ステータヨークの円盤部に円周方向に沿って渦電流が発生するが、中央の孔から径方向外方に延びるスリットが存在するため、円盤部内を渦電流が円周方向に沿って流れ難くなる。このため、渦電流が小さくなり発電効率が向上する。特に、ここでは、渦電流が多く流れる円盤部の内周部分に孔から径方向外方へと延びるスリットを形成しているため、スリットによる渦電流低減の効果が大きい。さらに、スリットを複数形成しているため、円盤部に発生する渦電流がより効果的に低減される。

【0009】発明2に係るクローボール形発電機は、請求項1に記載の発電機において、筒体は、内側に永久磁石を有する外側回転子である。また、ステータヨークとコアヨークとコイルとは、内側固定子を構成しており、筒体と同軸に筒体の内部に配置されている。ステータヨークの磁極片は、円盤部の外周端から軸方向に延びている。コアヨークは、両ステータヨークの円盤部の内周部分を磁氣的に結合している。

【0010】本発電機では、内側固定子の回りを外側回転子が回ることによって、両ステータヨークの円盤部の内周部分を結ぶコアヨークに軸方向の交番磁束が発生し、コイルに電流が流れ発電がされる。このときに、磁束はステータヨークの磁極片から円盤部の外周部分を通り円盤部の内周部分からコアヨークに流れる。コアヨークに交番磁束が発生することによってステータヨークの円盤部に渦電流が流れるが、この渦電流は複数のスリットの存在により小さく抑えられる。

【0011】発明3に係るクローボール形発電機は、請求項2に記載の発電機であって、自転車用の発電機である。内側固定子は、自転車の車輪のハブ軸に固定される。外側回転子は、自転車の車輪の回転部分に連結される。

【0012】ここでは発明2に係る発電機を自転車に装着しているが、この発電機はステータヨークに設けた複数のスリットにより渦電流が抑えられ発電効率が向上している。このため、発電機の小型化あるいは軽量化を図った場合にも、自転車の車輪の小さな回転数で発電機に所定の出力を出させることができる。

【0013】発明4に係るクローボール形発電機は、請求項1から3のいずれかに記載の発電機において、ステ

ータヨークの円盤部に形成される複数のスリットのうち、1つが円盤部の外周端に達しており、残りが孔と円盤部の外周端との中間部分まで延びている。

【0014】ここでは、ステータヨークの円盤部に1本のスリットが孔から外周端まで通っているため、円盤部に発生する渦電流の流れの多くを遮断することができる。これにより、発生する渦電流がより抑えられ、発電効率が向上する。

【0015】発明5に係るクローボール形発電機は、請求項1から4のいずれかに記載の発電機において、ステータヨークは純鉄系の電磁鋼板で製作されている。ここでは、ステータヨークを珪素系に較べて加工性の良い純鉄系の電磁鋼板で製作しているため、円盤部と磁極片との曲がり部を成形し易く、発電機の製作費が抑えられる。このようにステータヨークを純鉄系電磁鋼板で製作すると、純鉄系電磁鋼板は珪素系電磁鋼板の較べて電気抵抗が小さく渦電流による鉄損が大きくなるが、ここでは円盤部に複数のスリットを設けているため、渦電流が抑えられ所定の発電効率を確保することができる。

【0016】発明6に係るクローボール形発電機は、筒体と、2つのステータヨークと、コアヨークと、リング状のコイルと、隔離板とを備えている。筒体は、永久磁石を有している。ステータヨークは、それぞれ、円盤部と、複数の磁極片とを有している。磁極片は、円盤部から軸方向に延びており、筒体の永久磁石と対向する。また、2つのステータヨークは、筒体と同軸に、互いの磁極片が隣接するように配置される。コアヨークは、両ステータヨークを磁氣的に結合しており、軸方向に磁束を通す。コイルは、コアヨークの周囲に配置される。隔離板は、珪素系電磁鋼板から成るものであり、ステータヨークとコアヨークとの間に配置される。

【0017】本発電機では、筒体の永久磁石とステータヨークの磁極片とが対向しており、筒体とステータヨークとが相対回転することによって、両ステータヨークを結合しているコアヨークに軸方向の交番磁束が発生する。これによりコイルに電流が流れて発電される。具体的には、一方のステータヨークがN極となり他方のステータヨークがS極となる状態と、一方のステータヨークがS極となり他方のステータヨークがN極となる状態とを交互に入れ替えて交番磁束を発生させている。この発電時には、交番磁束に加えて、渦電流も発生する。

【0018】この渦電流は発電効率を低下させるものであるが、本発電機においてはステータヨークとコアヨークとの間に珪素系電磁鋼板から成る隔離板を配置しているため、これを抑えることができる。すなわち、ステータヨーク及びコアヨークに渦電流が発生するが、これらの間に珪素系電磁鋼板から成る隔離板を挿入しているため、発生する渦電流が小さくなり発電効率が向上する。

【0019】発明7に係るクローボール形発電機は、筒体と、2つのステータヨークと、コアヨークと、リング

状のコイルと、隔離板とを備えている。筒体は、永久磁石を有している。ステータヨークは、それぞれ、円盤部と、複数の磁極片とを有している。磁極片は、円盤部から軸方向に延びており、筒体の永久磁石と対向する。また、2つのステータヨークは、筒体と同軸に、互いの磁極片が隣接するように配置される。コアヨークは、両ステータヨークを磁氣的に結合しており、軸方向に磁束を通す。コイルは、コアヨークの周囲に配置される。隔離板は、ステータヨークとコアヨークとの間に配置される。また、隔離板には、中央に開けられる孔と、孔から径方向外方に延びるスリットとが形成されている。

【0020】ここでは、発電時においてステータヨーク及びコアヨーク間に渦電流が発生するが、これらの間に中央の孔から外方に延びるスリットが形成された隔離板を挿入しているため、発生する渦電流が小さくなり発電効率が向上する。

【0021】発明8に係るクローボール形発電機は、請求項6又は7に記載の発電機において、筒体は、内側に永久磁石を有する外側回転子である。また、ステータヨークとコアヨークとコイルと隔離板とは、内側固定子を構成しており、筒体と同軸に筒体の内部に配置されている。ステータヨークの磁極片は、円盤部の外周端から軸方向に延びている。コアヨークは、両ステータヨークの円盤部の内周部分を磁氣的に結合している。

【0022】本発電機では、内側固定子の回りを外側回転子が回ることによって、両ステータヨークの円盤部の内周部分を結ぶコアヨークに軸方向の交番磁束が発生し、コイルに電流が流れ発電がされる。このときに、磁束はステータヨークの磁極片から円盤部の外周部分を通り円盤部の内周部分からコアヨークに流れる。コアヨークに交番磁束が発生することによってステータヨークやコアヨークに渦電流が流れるが、この渦電流は隔離板の存在により小さく抑えられる。

【0023】発明9に係るクローボール形発電機は、請求項8に記載の発電機であって、自転車用の発電機である。内側固定子は、自転車の車輪のハブ軸に固定される。外側回転子は、自転車の車輪の回転部分に連結される。

【0024】ここでは発明8に係る発電機を自転車に装着しているが、この発電機は隔離板により渦電流が抑えられ発電効率が向上している。このため、発電機の小型化あるいは軽量化を図った場合にも、自転車の車輪の小さな回転数で発電機に所定の出力を出させることができる。

【0025】発明10に係るクローボール形発電機は、請求項9に記載の発電機において、隔離板は、円盤状のものであって、内周部分から外周端に達するスリットを有している。

【0026】ここでは、内周部分から外周端まで通っているスリットが隔離板に存在するため、隔離板内の円周

方向に沿った渦電流の流れの多くが遮断される。これにより、渦電流がより抑えられ、発電効率が向上する。

【0027】発明11に係るクローボール形発電機は、筒体と、2つのステータヨークと、コアヨークと、リング状のコイルとを備えている。筒体は、永久磁石を有している。ステータヨークは、それぞれ、円盤部と、複数の磁極片とを有している。磁極片は、円盤部から軸方向に延びており、筒体の永久磁石と対向する。また、2つのステータヨークは、筒体と同軸に、互いの磁極片が隣接するように配置される。コアヨークは、両ステータヨークを磁氣的に結合しており、軸方向に磁束を通す。また、コアヨークは、複数の分割片から構成されている。これらの分割片は、円周方向に異なった位置に配置されている。コイルは、コアヨークの周囲に配置される。

【0028】本発電機では、筒体の永久磁石とステータヨークの磁極片とが対向しており、筒体とステータヨークとが相対回転することによって、両ステータヨークを結合しているコアヨークに軸方向の交番磁束が発生する。これによりコイルに電流が流れて発電される。具体的には、一方のステータヨークがN極となり他方のステータヨークがS極となる状態と、一方のステータヨークがS極となり他方のステータヨークがN極となる状態とを交互に入れ替えて交番磁束を発生させている。この発電時には、交番磁束に加えて、渦電流も発生する。

【0029】この渦電流は発電効率低下させるものであるが、本発電機においてはコアヨークを複数の分割片から構成しているため、これを抑えることができる。すなわち、コアヨーク内に渦電流が発生するが、分割片が円周方向に異なった位置に配置されているため、渦電流が円周方向に沿って流れにくい。このため、渦電流が小さくなり発電効率が向上する。

【0030】発明12に係るクローボール形発電機は、請求項11に記載の発電機において、筒体は、内側に永久磁石を有する外側回転子である。また、ステータヨークとコアヨークとコイルとは、内側固定子を構成しており、筒体と同軸に筒体の内部に配置されている。ステータヨークの磁極片は、円盤部の外周端から軸方向に延びている。コアヨークは、両ステータヨークの円盤部の内周部分を磁氣的に結合している。

【0031】本発電機では、内側固定子の回りを外側回転子が回ることによって、両ステータヨークの円盤部の内周部分を結ぶコアヨークに軸方向の交番磁束が発生し、コイルに電流が流れ発電がされる。このときに、磁束はステータヨークの磁極片から円盤部の外周部分を通り円盤部の内周部分からコアヨークに流れる。コアヨークに交番磁束が発生することによってコアヨークに渦電流が流れるが、コアヨークが複数の分割片によって構成されていることから、この渦電流が小さく抑えられる。

【0032】発明13に係るクローボール形発電機は、請求項12に記載の発電機であって、自転車用の発電機

である。内側固定子は、自転車の車輪のハブ軸に固定される。外側回転子は、自転車の車輪の回転部分に連結される。

【0033】ここでは発明12に係る発電機を自転車に装着しているが、この発電機は、コアヨークが複数の分割片によって構成されていることから、渦電流が抑えられ発電効率が向上している。このため、発電機の小型化あるいは軽量化を図った場合にも、自転車の車輪の小さな回転数で発電機に所定の出力を出させることができる。

【0034】発明14に係るクローボール形発電機は、請求項11から13のいずれかに記載の発電機において、コアヨークを構成する複数の分割片は、珪素系の電磁鋼板により製作されている。

【0035】ここでは、コアヨークを構成する各分割片を、珪素系の電磁鋼板により製作している。珪素系の電磁鋼板は、磁束を通しながら、珪素が含有されていることから電気抵抗が大きいという特徴を有している。このため、交番磁束によりコアヨークに発生する渦電流がより抑えられ、発電効率が向上する。

【0036】発明15に係るクローボール形発電機は、請求項11から14のいずれかに記載の発電機において、コアヨークを構成する複数の分割片は、軸方向に平行に積層される板状部材である。

【0037】ここでは、加工の容易な板状部材を積層することによってコアヨークを構成している。このため、特に加工性に難のある珪素系の電磁鋼板により分割片を製作する場合には、加工費等の製作費を抑えることができる。

【0038】発明16に係るクローボール形発電機は、請求項15に記載の発電機において、コアヨークは、複数の分割片組立体から構成されている。これらの分割片組立体は、それぞれ、分割片が複数重ねられ一体化されているものである。

【0039】ここでは、予め板状部材の分割片を複数重ねて一体化した分割片組立体によって、コアヨークを構成している。これにより、最終的に発電機を組み立てる際に、組立が容易になるとともに確実に組み付けることができるようになる。

【0040】発明17に係るクローボール形発電機は、請求項16に記載の発電機において、分割片には、凹部及び凸部、あるいは凸部に係合する孔が形成されている。そして、分割片組立体は、分割片の凸部が凹部に、あるいは分割片の凸部が孔にはめられることによって一体化されている。

【0041】ここでは、分割片に凹部、凸部、孔を形成し、これを利用して分割片組立体に組み立てているため、分割片同士の位置ずれが起りにくい。発明18に係るクローボール形発電機は、請求項16又は17に記載の発電機において、ボビンをさらに備えている。ボビ

ンは、コイルが巻回される部材である。このボビンの内周部には切欠きが形成されており、これらの切欠きには分割片組立体が係合する。

【0042】本発電機では、コイルが巻回されるボビンの内方に分割片組立体から成るコアヨークを係合させており、コアヨークに交番磁束が発生することによりコイルに電流が流れ発電がされる。ここでは、ボビンの内周部に形成される切欠きに各分割片組立体が係合することでコアヨークが形成される。

【0043】発明19に係るクローボール形発電機は、請求項11から14のいずれかに記載の発電機において、コアヨークを構成する複数の分割片は、放射状に延びる板状部材あるいはブロック状部材である。

【0044】ここでは、放射状に延びる板状部材あるいはブロック状部材が集まってコアヨークを構成しており、分割片同士の分かれ目が渦電流の円周方向の流れを阻害するため、コアヨークに流れる渦電流が抑えられる。

【0045】発明20に係るクローボール形発電機は、請求項11から14のいずれかに記載の発電機において、コアヨークを構成する複数の分割片は、軸方向に延びる棒状部材である。

【0046】ここでは、発電機の軸方向に延びる棒状部材を束ねてコアヨークを構成している。したがって、軸方向に磁束は通りやすいが、コアヨークの円周方向には渦電流が流れ難くなる。

【0047】発明21に係る自転車は、本体と、車輪と、クローボール形発電機とを備えている。本体は、車輪用フォークを有している。車輪は、車輪用フォークに回転可能に支持される。クローボール形発電機は、請求項1から20のいずれかに記載の発電機であって、車輪用フォークと車輪との相対回転によって発電する。

【0048】ここでは、上記のように発電効率の良いクローボール形発電機を配備しているため、発電機の軽量化を図ることができるとともに発電に必要なトルクを低減することもでき、自転車の軽量化や車輪を回転させるための踏み力等の力の軽減を図ることができる。

【0049】

【発明の実施の形態】〔第1実施形態〕

＜全体構成＞本発明の一実施形態であるハブダイナモ（クローボール形発電機）を図1及び図2に示す。このハブダイナモ1は、図15に示すような自転車101に装着することができるものである。自転車101は、前輪用フォーク98を有するフレーム（本体）102と、ハンドル104と、チェーンやペダル等から成る駆動部105と、スポーク99を有する前輪（車輪）106と、後輪107とを備えている。この自転車101に図1に示すようにハブダイナモ1を組み込めば、前照灯や尾灯などに発電した電力を供給することができる。

【0050】図1はハブダイナモ1の片側縦断面図であ

り、図2は図1のII-II矢視図である。図1に示すハブダイナモ1は、自転車101の前輪106のハブに発電機を組み込んだものであって、ハブ軸20の両端部が左右両方の前輪用フォーク98に固定され、外側回転子組立体の両フランジ11a、11bにスポーク99が固定される。なお、図1に示す軸O-Oは自転車の前輪106の回転軸であり、外側回転子組立体は軸O-Oを回転中心として前輪106とともに回転する。

【0051】ハブダイナモ1は、図1に示すように、部材11、12、13から成る外側回転子組立体と、部材20、31、32、41、50、61、62等から成る内側固定子組立体とから構成されている。

【0052】＜内側固定子組立体＞内側固定子組立体（内側固定子）は、図1に示すように、ハブ軸20と、2つのステータヨーク31、32と、コイル40が巻かれたボビン41と、筒状コアヨーク50と、2枚の隔離ディスク61、62（図8参照）とを備えている。ハブ軸20、ステータヨーク31、32、ボビン41、筒状コアヨーク50、及び隔離ディスク61、62は、組み付けられると一体となって内側固定子を構成する。この内側固定子は、ハブ軸20により前輪用フォーク98に固定される。この内側固定子組立体を構成する各部材については、後に詳述する。

【0053】＜外側回転子組立体＞外側回転子組立体（外側回転子）は、第1本体11と、第2本体12と、キャップ13とから構成される。第1本体11及びキャップ13が第2本体12に装着されると、3つの部材11、12、13は図1のように一体化される。この一体化された外側回転子組立体は、ベアリング21、22により、ハブ軸20に対して回転自在に固定される。また、第1本体11の外周部に形成されているフランジ11a及び第2本体12の外周部に形成されているフランジ12aには、前輪106の複数のスポーク99が固定される。また、キャップ13には、図1に示すように、円周方向に等間隔に分割された4個の磁石体から成る永久磁石14が固着されている。この永久磁石14には、等間隔で交互にN極とS極とが着磁されており、合計28極のそれぞれが後述するステータヨーク31、32のクロ（磁極片）31b、32bと対向している（図1参照）。

【0054】＜ハブ軸＞ハブ軸20は、その両端が取付ナット2やロックナット3によって前輪用フォーク98に固定されるもので、このハブ軸20には、後述するステータヨーク31、32、筒状コアヨーク50、及び隔離ディスク61、62が固定される。

【0055】＜ステータヨーク＞ステータヨーク31/32の平面図を図3に、断面図を図4に示す。これらに示すように、ステータヨーク31/32は、円盤部31a/32aと、クロー31b/32bとから構成されている。

【0056】クロー31b/32bは、円周方向に等間隔に14本形成されており、それぞれ円盤部31a/32aの外周端から軸O-O方向に沿って延びている。各クロー31b/32b間の隙間の円周方向に沿った寸法は各クロー31b/32bの円周方向に沿った寸法よりも若干大きく設定されており、図11に示すように、両ステータヨーク31/32が組み付けられたときのクロー31bとクロー32bとは等しい隙間を開けた状態で円周方向に等間隔で並ぶ。また、図11に示すように、各クロー31b、32bの径方向外方には、永久磁石14が対向するように配置されている。

【0057】また、円盤部31a/32aには、図3に示すように、ハブ軸20を通すための円孔31c/32cと、スリット31d/32d、31e/32eとが形成されている。円孔31c/32cは、円盤部31a/32aの中央に開けられている。スリット31d/32dは、円孔31c/32cから径方向外側に向かって円盤部31a/32aの外周端と円孔31c/32cとの中間部分まで延びている。スリット31e/32eは、円孔31c/32cから径方向外側に向かって延びており、円盤部31a/32aの外周端まで達している。これらの7つのスリット31d/32d及び1つのスリット31e/32eは、円周方向に等間隔に配置されている。

【0058】なお、ステータヨーク31/32は、加工性の良い純鉄系の電磁鋼板（電磁軟鉄）により製作されている。

＜ボビン＞コイル40が巻かれ筒状コアヨーク50が装着されるボビン41の正面図を図5に、断面図を図6に示す。ボビン41は、環状の樹脂製部材であって、外周部にはコイル40を巻回して保持する溝41aが形成されており、内周部には筒状コアヨーク50に係合する段差を有する切欠き41bが形成されている。溝41aに巻かれたコイル40の両端は、図5に示す孔41c及び図5の向こう側に配置される図示しない孔から引き出される。

【0059】＜筒状コアヨーク＞筒状コアヨーク50は、図5及び図6に示すように、12個の分割片組立51から構成されるものであって、ボビン41の切欠き41bに係合してボビン41の内側に装着される。

【0060】各分割片組立51は、図7及び図8に示すように、長方形の薄板である分割片を4枚はめ合わせたものである。1つの分割片組立51は、3枚の分割片52と1枚の分割片53とから成っている。分割片52には4つの凹部52a及び凸部52bが形成されており、分割片53には4つの円孔53aが形成されている。そして、凹部52aと凸部52b、円孔53aと凸部52bとを係合させて、分割片組立51が組み立てられる（図8参照）。各分割片52、53は、1mm以下の薄さの珪素鋼板から製作される。



【0061】このような分割片組立体51を図5に示すようにボビン41の切欠き41bにはめると、これらの12個の分割片組立体51により、中央にハブ軸20が入る正方形断面の空間を内部に有する筒状コアヨーク50が構成される。この筒状コアヨーク50は、軸O-O方向に平行に分割片52、53が積層されたものとなる。また、図6に示すように、筒状コアヨーク50の軸O-O方向の長さがボビン41の軸O-O方向の長さよりも長く、筒状コアヨーク50の両端面はボビン41の両端面から若干はみ出た状態となる。

【0062】＜隔離ディスク＞隔離ディスク61/62は、分割片52、53と同様の厚さの珪素鋼板から製作されるもので、図9に示すような円形のディスクである。この隔離ディスク61/62には、ハブ軸20を通すための円孔61b/62bと、スリット61c/62c、61d/62dとが形成されている。円孔61b/62bは、中央に開けられており、ステータヨーク31/32の円孔31c/32cとほぼ同じ径となっている。スリット61c/62cは、円孔61b/62bから径方向外側に向かって外周端近傍まで延びている。スリット61d/62dは、円孔61b/62bから径方向外側に向かって延びており、外周端まで達している。これらの7つのスリット61c/62c及び1つのスリット61d/62dは、円周方向に等間隔に配置されている。

【0063】この隔離ディスク61/62は、図10に示すように、ステータヨーク31/32とボビン41及び筒状コアヨーク50との間に配置され、これらによって挟持される。そして、図1のように組み立てられた状態において、隔離ディスク61/62は、ステータヨーク31/32の円盤部31a/32aと筒状コアヨーク50とに接触しながら、両者が直接接触しないように隔離する。但し、珪素鋼板は磁束を通すため、組み立てられると、両ステータヨーク31、32は、互いの内周部が隔離ディスク61、62及び筒状コアヨーク50を介して磁気的に連結された状態となる。また、スリット61c/62c、61d/62dの幅は、ステータヨーク31/32のスリット31d/32d、31e/32eの幅よりも小さく設定されており、ステータヨーク31/32と筒状コアヨーク50とがより確実に隔離されるようになっている。なお、図6及び図10に示すように筒状コアヨーク50の両端面がボビン41の両端面から若干はみ出ているため、隔離ディスク61、62とボビン41との間には僅かな隙間が存在する。

【0064】＜ハブダイナモ発電＞次に、ハブダイナモ1による発電について説明する。自転車101の走行にしたがって、前輪用フォーク98に対してスポーク99が回転すると、前輪用フォーク98に固定されている内側固定子組立体に対して、スポーク99に固定されるベアリング21、22により内側固定子組立体に対し回転

自在である外側回転子組立体が回転する。すると、ステータヨーク31、32のクロー31b、32bの外側を永久磁石14が回転する（図11参照）。

【0065】これにより、クロー31bとクロー32bとは、一方が永久磁石14からN極の磁束供給を受けるときには他方がS極の磁束供給を受け、一方が永久磁石14からS極の磁束供給を受けるときには他方がN極の磁束供給を受ける。すなわち、クロー31b、32bの外側を永久磁石14が回転することにより、ステータヨーク31がN極でステータヨーク32がS極である第1状態、及びステータヨーク31がS極でステータヨーク32がN極である第2状態が繰り返されて、両者31、32を磁気的に連結している筒状コアヨーク50に軸O-O方向の交番磁束が発生する。このコイル40の内側に発生する交番磁束によって、コイル40に電流が発生し、発電がされる。

【0066】＜本ハブダイナモの特徴＞

(1) 本ハブダイナモ1では、両ステータヨーク31、32を結びコイル40の内側に配置される筒状コアヨーク50に交番磁束を発生させて発電を行っているが、この発電時には、交番磁束に加えて、渦電流も発生する。

【0067】この渦電流は発電効率を低下させるものであるが、本ハブダイナモ1においてはステータヨーク31/32の円盤部31a/32aにスリット31d/32d、31e/32eを形成しているため、これを抑えることができる。すなわち、円盤部31a/32aには円周方向に沿って渦電流が発生するが、円孔61b/62bから径方向外方に延びるスリット31d/32d、31e/32eが存在するため、渦電流の主な通路が遮断され、円盤部31a/32aを渦電流が円周方向に沿って流れ難くなる。このため、渦電流が小さくなり発電効率が向上している。

【0068】特に、ここでは、渦電流が多く流れる円盤部31a/32aの内周部を中心にスリット31d/32d、31e/32eを配置しているため、渦電流低減の効果が高い。さらに、スリット31d/32dを複数形成しているため、渦電流がより効果的に低減している。

【0069】なお、自転車101の速度15km/hに相当する110rpmで外側回転子組立体と内側固定子組立体とを相対回転させたときに得られる発電出力を実験により比較すると、本ハブダイナモ1の発電出力は、スリット31d/32d、31e/32eを設けていないものよりも約26%出力が上がっており、スリット31e/32eだけを設けスリット31d/32dを設けていないものよりも約6%出力が上がっている。

(2) 本ハブダイナモ1では、スリット31e/32eを設けることによって円盤部31a/32aが円周方向に直接つながないようにしているため（図3参照）、円盤部31a、32aに発生する渦電流の流れの多くが



遮断される。これにより、より発電効率が向上している。

(3) 本ハブダイナモ1では、ステータヨーク31/32を珪素系に較べて加工性の良い純鉄系の電磁鋼板で製作しているため、円盤部31a/32aとクロー31b/32bとの湾曲部分が成形し易く、製作費用が抑えられている。一方、このようにステータヨーク31/32を純鉄系電磁鋼板で製作しているため、電気抵抗が小さくなり渦電流による鉄損が大きくなるが、円盤部31a/32aにスリット31d/32d、31e/32eを設けているため、渦電流を抑え所定の発電効率が確保できている。

(4) 本ハブダイナモ1では、ステータヨーク31/32と筒状コアヨーク50との間に隔離ディスク61/62を配置しているため、発電時に発生する渦電流が抑えられ発電効率が向上している。すなわち、交番磁束の発生によりステータヨーク31/32及び筒状コアヨーク50に渦電流が発生するが、これらの間に電気抵抗の大きな珪素系電磁鋼板製の隔離ディスク61/62を挿入しているため、ステータヨーク31/32と筒状コアヨーク50との間の部分に発生する渦電流が少なくなっている。このため、渦電流が小さくなり発電効率が向上している。

【0070】また、隔離ディスク61/62にスリット61c/62c、61d/62dを形成しているため、隔離ディスク61/62に渦電流が流れにくくなっている。これにより、より渦電流が小さくなり発電効率が向上している。

【0071】なお、自転車101の速度15km/hに相当する120rpmで外側回転子組立体と内側固定子組立体とを相対回転させたときに得られる発電出力を実験により比較すると、本ハブダイナモ1の発電出力は、隔離ディスク61、62を設けていないものよりも約6%出力が上がっている。

(5) 本ハブダイナモ1では、筒状コアヨーク50を複数の分割片52、53から構成しているため、渦電流が抑えられ発電効率が向上している。すなわち、交番磁束の発生によって筒状コアヨーク50に渦電流が発生するが、分割片52、53が円周方向に異なった位置に配置され円周方向に流れる渦電流を遮断するようにこれらの分割片52、53の分かれ目が入っているため、渦電流の大きさが抑えられている。このため、筒状コアヨーク50においては渦電流が円周方向に沿って流れ難くなり、渦電流が小さくなって発電効率が向上している。

【0072】また、筒状コアヨーク50を構成する各分割片52、53が珪素系の電磁鋼板から製作されているため、筒状コアヨーク50の電気抵抗が大きくなり、筒状コアヨーク50に発生する渦電流がより抑えられている。

【0073】なお、自転車101の速度15km/hに

相当する120rpmで外側回転子組立体と内側固定子組立体とを相対回転させたときに得られる発電出力を実験により比較すると、本ハブダイナモ1の発電出力は、筒状コアヨーク50を分割のない円筒状の電磁軟鉄(純鉄系の電磁鋼板)で構成したものよりも約33%出力が上がっている。

(6) 本ハブダイナモ1では、予め薄板の分割片52、53を4枚重ねて一体化した分割片組立体51によって筒状コアヨーク50を構成している。これにより、最終的にハブダイナモ1を組み立てる際に、組立が容易になるとともに確実に組み付けることができるようになっている。

【0074】また、分割片52に凹部52a及び凸部52b、分割片53に円孔53aを形成し、これらを利用して分割片組立体51に組み立てているため、分割片52、53同士的位置ずれが起こり難くなっている。

【0075】[第2実施形態] 上記第1実施形態においては複数の分割片52、53から成る分割片組立体51を軸O-O方向に平行に積層して筒状コアヨーク50を構成しているが、この筒状コアヨーク50に代えて図12に示すような筒状コアヨーク70を使用しても良い。

【0076】筒状コアヨーク70は、図12に示すように、190枚の珪素鋼板の薄板(分割片)72を円周方向に並べたものである(図12においては視認し易いように枚数を減らしたものを記載している)。これらをボビン42の内側に配置すると、中央にはハブ軸20が通る空間が形成される。

【0077】なお、コイル40が巻かれるボビン42は、筒状コアヨーク70に係合するように、内周部に円周面42bで囲まれる円筒状の空間が形成されている。筒状コアヨーク70の外周面は、このボビン42の内周面42bに係合する。コイル40は、ボビン42の外周部に形成されている溝42a内に巻回される。

【0078】本実施形態のハブダイナモでは、薄板72が放射状に延びているため、薄板72同士の分かれ目が筒状コアヨーク70内で円周方向に流れる渦電流の円周方向の流れを阻害する。このため、筒状コアヨーク70に流れる渦電流が抑えられ、発電効率が向上している。この発電効率の向上の度合いは、上記第1実施形態のハブダイナモ1と同等である。

【0079】[第3実施形態] 上記第1実施形態においては複数の分割片52、53から成る分割片組立体51を軸O-O方向に平行に積層して筒状コアヨーク50を構成しているが、この筒状コアヨーク50に代えて図13に示すような筒状コアヨーク80を使用しても良い。

【0080】筒状コアヨーク80は、図13に示すように、16個の電磁軟鉄のブロック82を円周方向に並べたものである。これらをボビン42の内側に配置すると、中央にはハブ軸20が通る空間が形成される。

【0081】なお、コイル40が巻かれるボビン42

は、筒状コアヨーク80に係合するように、内周部に円周面42bで囲まれる円筒状の空間が形成されている。筒状コアヨーク80の外周面は、このボビン42の内周面42bに係合する。コイル40は、ボビン42の外周部に形成されている溝42a内に巻回される。

【0082】本実施形態のハブダイナモでは、図13に示すようにブロック82同士の分かれ目が放射線状に延び筒状コアヨーク80内で円周方向に流れる渦電流の円周方向の流れを阻害する。このため、筒状コアヨーク80に流れる渦電流が抑えられ、発電効率が向上している。

【0083】なお、自転車101の速度15km/hに相当する120rpmで外側回転子組立体と内側固定子組立体とを相対回転させたときに得られる発電出力を実験により比較すると、本ハブダイナモの発電出力は、筒状コアヨーク80を分割のない円筒状の電磁軟鉄（純鉄系の電磁鋼板）で構成したものよりも約29%出力が上っている。

【0084】〔第4実施形態〕上記第1実施形態においては複数の分割片52、53から成る分割片組立体51を軸O-O方向に平行に積層して筒状コアヨーク50を構成しているが、この筒状コアヨーク50に代えて図14に示すような筒状コアヨーク90を使用しても良い。

【0085】筒状コアヨーク90は、図14に示すように、軸O-O方向に延びる約100本の電磁軟鉄の丸棒92を円周方向に束ねたものである。これらをボビン42の内側に配置すると、中央にはハブ軸20が通る空間が形成される。

【0086】なお、コイル40が巻かれるボビン42は、筒状コアヨーク90に係合するように、内周部に円周面42bで囲まれる円筒状の空間が形成されている。筒状コアヨーク90の外周面は、このボビン42の内周面42bに係合する。コイル40は、ボビン42の外周部に形成されている溝42a内に巻回される。

【0087】本実施形態のハブダイナモでは、筒状コアヨーク90の構成から、軸O-O方向には磁束が通りやすいが、円周方向には渦電流が流れ難くなっている。このため、筒状コアヨーク90に流れる渦電流が抑えられ、発電効率が向上している。

【0088】なお、自転車101の速度15km/hに相当する120rpmで外側回転子組立体と内側固定子組立体とを相対回転させたときに得られる発電出力を実験により比較すると、本ハブダイナモの発電出力は、筒状コアヨーク90を分割のない円筒状の電磁軟鉄（純鉄系の電磁鋼板）で構成したものよりも約18%出力が上っている。

【0089】

【発明の効果】本発明の発電機では、ステータヨークの円盤部に複数のスリットを形成しているため、渦電流を抑えることができ、発電効率が向上する。

【0090】また、別の本発明の発電機では、ステータヨークとコアヨークとの間に電気抵抗の大きな珪素系電磁鋼板製の隔離板を配置しているため、渦電流を抑えることができ、発電効率が向上する。

【0091】また、別の本発明の発電機では、コアヨークを円周方向に異なった位置に配置される複数の分割片から構成しているため、渦電流を抑えることができ、発電効率が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態であるハブダイナモの片側縦断面図。

【図2】図1のII-II矢視図。

【図3】ステータヨーク31の平面図。

【図4】図3のIV-IV矢視断面図。

【図5】ボビン及び筒状コアヨークの平面図。

【図6】図5のVI-VI矢視断面図。

【図7】分割片組立体の平面図。

【図8】図7のVIII-VIII矢視断面図。

【図9】隔離ディスクの平面図。

【図10】ステータヨーク、筒状コアヨーク、隔離ディスクの分解組立図。

【図11】永久磁石及びクローの横断面配置図。

【図12】第2実施形態のボビン及び筒状コアヨークの平面図。

【図13】第3実施形態のボビン及び筒状コアヨークの平面図。

【図14】第4実施形態のボビン及び筒状コアヨークの平面図。

【図15】本発明の一実施形態のハブダイナモを組み込む自転車の側面図。

【符号の説明】

1 ハブダイナモ（クローボール形発電機）

14 永久磁石

20 ハブ軸

31, 32 ステータヨーク

31a, 32a 円盤部

31b, 32b クロー（磁極片）

31d, 32d スリット

31e, 32e スリット

40 コイル

41 ボビン

50, 60, 70, 80 筒状コアヨーク（コアヨーク）

51 分割片組立体

52, 53 分割片

52a 凹部

52b 凸部

53a 円孔（孔）

61, 62 隔離ディスク

61c, 62c スリット

(23)

特開2000-69731

61d, 62d スリット  
72 薄板(板状部材)  
82 ブロック  
92 丸棒(棒状部材)  
98 前輪用フォーク(車輪用フォーク)

99 スポーク  
101 自転車  
102 フレーム(本体)  
106 前輪(車輪)